SEMELLES A ENCUVEMENTS

PLAN DU FASCICULE

1- Conception

2- Calcul de l'encuvement

3- Vérification du pied de poteau

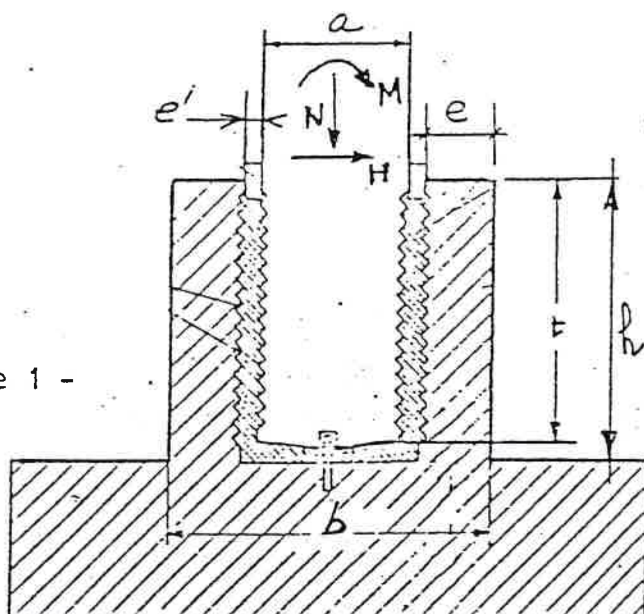
4- Comportement expérimental

5- Exemple d'application

6- Bibliographie

Annexe

1- Conception



- Figure 1 -

La hauteur h de l'encastrement ne doit pas être inférieure à la plus grande dimension transversale du poteau ; on peut souvent être conduit à prévoir plus afin de réduire l'importance des sollicitations dans l'encuvement.
Le diagramme de la figure 2 fournit une valeur indicative de ce qui peut être retenu.

L'épaisseur e des parois de l'encuvement est au moins égale au 1/5 de la plus grande dimension de l'ouverture de celui-ci sans être inférieure à 10 cm.

• Concepts-clés : Béton armé — Fondation superficielle — Semelle de fondation.

S. 17068

Document annulé : Document modifié : Document complété :

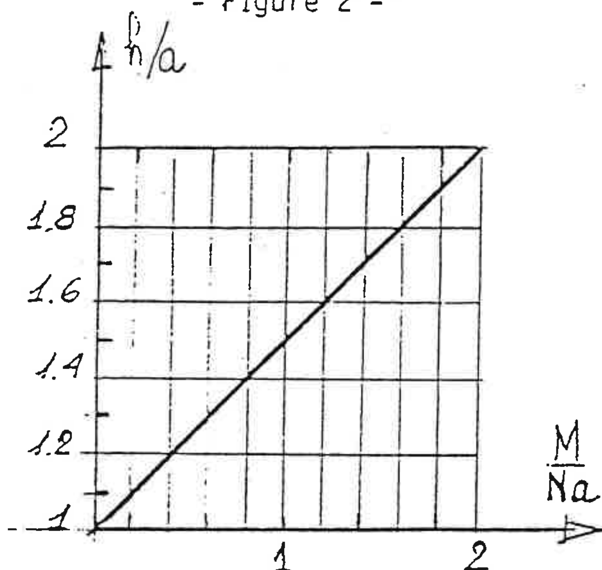
• Origine : Département Structures Béton

• Diffusion : B.C.U.

• Autre classement :

© 1984 SOCOTEC

Impr. 85-465



L'épaisseur e' du joint n'est pas prise inférieure à 3 cm. Le mortier de remplissage du joint doit être mis en place soigneusement (cf. § 4) ; il est assez rare d'utiliser pour cet usage un mortier sans retrait. Cependant, cela parait impératif si les faces latérales du pied du poteau et de l'encuvement ne sont pas rugueuses ; toutefois, cette dernière solution n'est pas recommandée à priori.

Le ferraillage de l'encuvement comprend :

- des cadres horizontaux
- des armatures verticales

dont le calcul est explicité dans la référence [1].

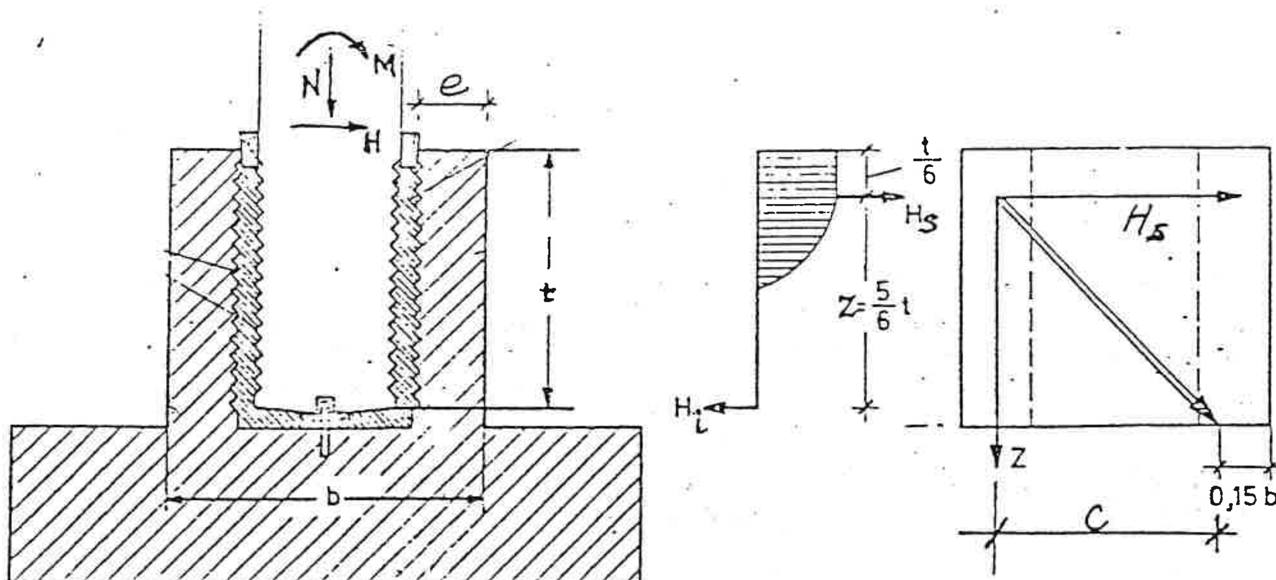
Le ferraillage de la semelle se dimensionne comme dans le cas d'une semelle traditionnelle ; voir à ce sujet, les fascicules relatifs aux semelles rectangulaires isolées sous poteaux :

02.02.01.11 (FTC 3.311) - Résumé - Aide mémoire

02.13.06.01 - Calcul : méthode du C.E.B.

02.13.06.02 - Calcul : méthode des bielles

2- Calcul de l'encuvement



- Figure 3 -

On désigne par M, N et H l'ensemble des sollicitations s'exerçant dans le poteau au niveau de l'arase supérieure de l'encuvement.

On adopte le schéma de calcul représenté sur la figure 3.

Retenons :

$$z = \frac{5}{6} t \quad \text{et} \quad C = 0,85\ b - e/2$$

Ecrivons l'équilibre du système à la base du poteau :

$$\begin{cases} M + H \cdot t - H_s \dfrac{5}{6} t = 0 \\ H_s - H = H_i \end{cases}$$

il résulte de ces équations :

$$\boxed{H_s = \frac{M}{z} + \frac{6}{5} H} \quad \text{et} \quad \boxed{H_i = \frac{M}{z} + \frac{H}{5}}$$

$$\boxed{Z = H_s \cdot \frac{z}{c}}$$

le rapport z/c n'étant pas pris inférieur à 1

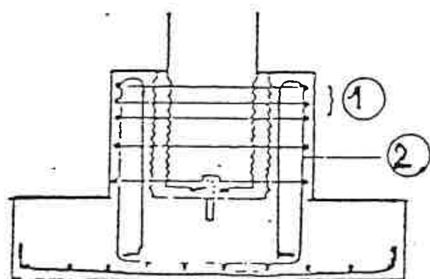
a)- Les cadres horizontaux supérieurs disposés sur une hauteur de l'ordre de t/3 sont dimensionnés pour équilibrer l'effort H_s :

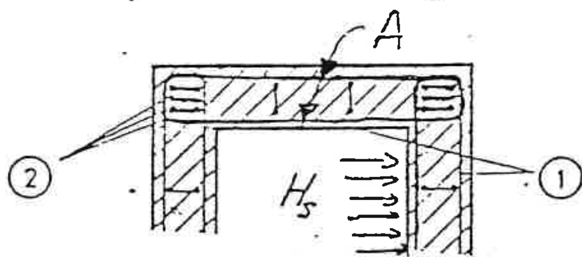
$$A = \frac{H_s}{2 \cdot f_{ed}}$$

Dans la mesure où :

- la section A règne sur les quatre côtés de l'encuvement
- l'épaisseur minimale e recommandée au § 1 est respectée.

On peut se dispenser de vérifier le transfert de H_s aux deux parois verticales ; dans le cas contraire, se reporter à l'Annexe.





- Figure 4 -

b) Les armatures verticales disposées dans les angles sont dimensionnées pour reprendre l'effort Z :

$$A = \frac{Z}{2 \cdot f_{ed}}$$

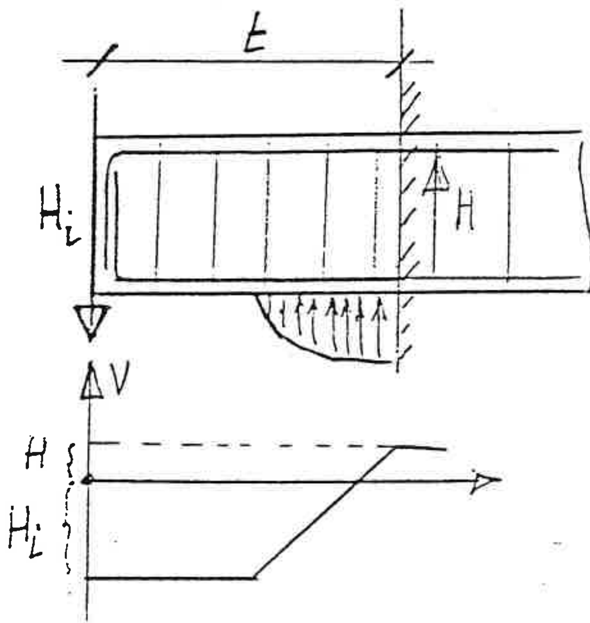
Ces armatures doivent être correctement ancrées dans la semelle.

c) Les cadres horizontaux inférieurs sont sollicités par l'effort H_i diminué de la valeur des forces de frottement développées à la base du poteau ; cela conduit en général à une section négligeable.

3- Vérification du pied du poteau

Sur la longueur t du pied du poteau, l'effort tranchant maximal est H_i.

Sur cette longueur, les cadres du poteau sont à calculer pour cet effort tranchant en tenant compte de l'effort normal dans les conditions du B.A.E.L. 83. La densité d'armatures ne sera pas inférieure à celle requise dans la zone courante du poteau.



- Figure 5 -

4- Comportement expérimental

La référence [2] rapporte des résultats d'essais effectués sur quinze assemblages. Les paramètres retenus étaient la hauteur de l'encuvement par rapport à la dimension du poteau et la qualité du remplissage.

Il ressort des résultats des essais avec remplissage partiel que :

- la charge de rupture est proportionnelle à la hauteur h
- le coefficient de majoration par rapport à la charge de rupture théorique est :
  - . supérieur à 1,5 pour h = a
  - . supérieur à 2,5 pour h = 1,5 a

avec a largeur du poteau.

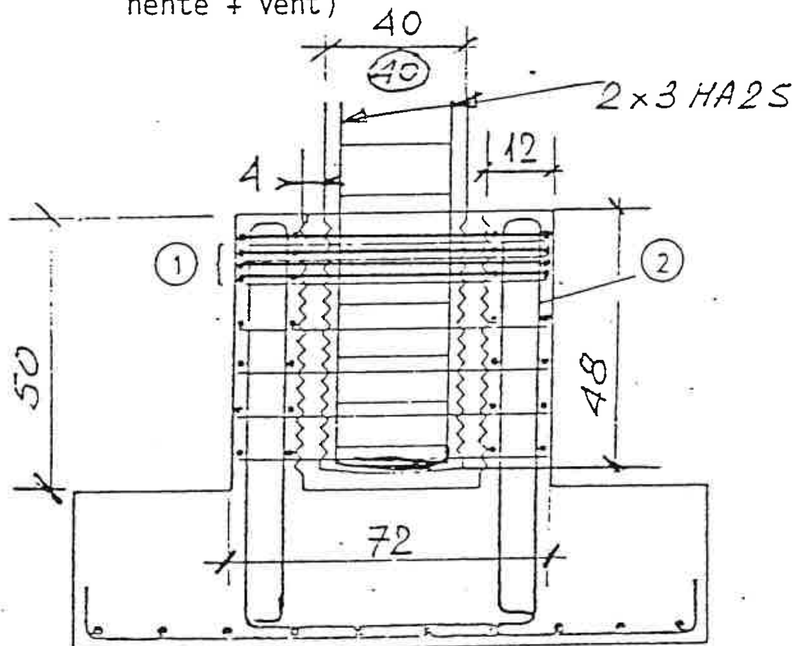
Dans les cas avec remplissage total du joint, c'est le poteau qui s'est rompu.

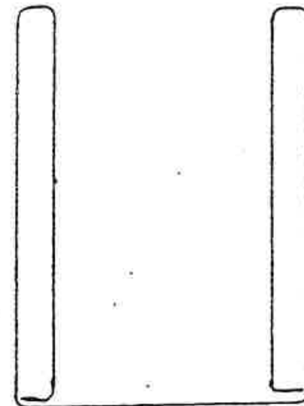
Ainsi, ces essais ont montré la validité de la méthode et le fait qu'un remplissage soigné du joint augmentait de façon importante l'efficacité de l'assemblage.

5- Exemple d'application

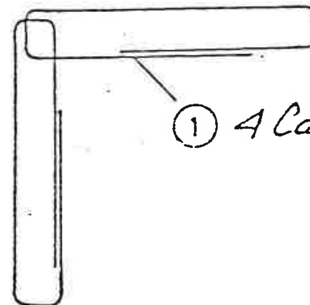
On considère l'assemblage représenté sur la figure 6.

Les sollicitations dans le poteau au niveau de l'arase supérieure de l'encuvement sont, compte tenu des effets du second ordre (charge permanente + vent)





② 3 Cadres HA12 dans un angle



① 4 Cadres HA10

Béton :
poteau : f_{c28} = 30 MPa
encuvement : f_{c28} = 25 MPa
Acier : HA f_e = 400 MPa.

- Figure 6 -

Sollicitations pondérées :

M = 153 mkN   H = 13,5 kN   N = 555 kN (1,35 x 410)

a) Vérification coffrage

$h = 50$ cm $> a = 40$ cm $e = 12$ cm $> \frac{48}{5}$ et 10 cm

b) Calcul des sollicitations $t = 48$ cm

$z = \frac{5}{6} t = \frac{5}{6} 48 = 40$ cm $c = 0{,}85b - e/2 = 0{,}85 \times 72 - 6 = 55{,}2$ cm

$$H_s = \frac{M}{z} + \frac{6}{5} H = \frac{153}{0,40} + \frac{6}{5} \times 13,5 = 399 \text{ kN}$$

$$H_i = \frac{M}{z} + \frac{H}{5} = \frac{153}{0,40} + \frac{13,5}{5} = 385 \text{ kN}$$

$$Z = \text{Max} \left| \begin{array}{l} H_s \\ H_s \frac{z}{c} \end{array} \right. = 399 \text{ kN}$$

c) Cadres horizontaux supérieurs

$$A = \frac{H_s}{2 \cdot fed} = \frac{0,399}{2 \times 348} \cdot 10^4 = 5,73 \text{ cm}^2 \text{ sur une hauteur}$$

$$\frac{t}{3} = \frac{48}{3} \approx 16 \text{ cm}$$

On trouve 4 cadres Ø 10 ⟶ 8 Ø 10 = 6,28 cm^2 > 5,73 cm^2

d) Armatures verticales

$$A = \frac{Z}{2 \cdot fed} = \frac{0,399}{2 \times 348} \cdot 10^4 = 5,73 \text{ cm}^2$$

dans un angle 6 Ø 12 = 6,79 cm^2 > 5,73

e) Cadres horizontaux inférieurs

H_i = 385 kN N = 410 kN (sans pondération)

$$\varphi = \frac{H_i}{N} = \frac{385}{410} = 0,94 < 1$$

f) Pied de poteau

- Armatures longitudinales en retour :

$$A = \frac{H_i}{fed} = \frac{0,385}{348} \cdot 10^4 = 11,1 \text{ cm}^2 < 3 \text{ Ø } 25 = 14,7$$

- Armatures transversales

$$V_u = H_i = 385 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_o d} = \frac{0{,}385}{0{,}4 \times 0{,}35} = 2{,}75 \text{ MPa} < 0{,}13\, f_{c28} = 3{,}9$$

$$N = 410 \text{ kN} \qquad \sigma_{cm} = \frac{0{,}410}{0{,}4 \times 0{,}4} = 2{,}56 \text{ MPa}$$

$$k = 1 + \frac{3\,\sigma_{cm}}{f_{c28}} = 1 + \frac{3 \times 2{,}56}{30} = 1{,}26$$

$$\frac{At}{b_o s_t} = \frac{\tau_u - 0{,}3\, k\, f_{t28}}{0{,}8\, fe}$$ (Art. A.5.1,232 BAEL 83)

$$A_t = \frac{2{,}75 - 0{,}3 \times 1{,}26 \times 2{,}4}{0{,}8 \times 400} \times 40 \times 48 = 11{,}1 \text{ cm}^2$$

($s_t = t = 48$ cm)

soit 4 nappes [croquis] Ø 10 = 16 Ø 10 = 12,6 cm² sur 48 cm

Remarque :

. Le diagramme de la figure 2 recommandait :

$$\frac{M}{Na} = \frac{153}{555 \times 0{,}4} \approx 0{,}7 \rightarrow \frac{h}{a} = 1{,}35$$ soit $h = 1{,}35 \times 40 = 54$ cm

en fait h = 50 cm

. Transmission de H_s aux deux voiles de côté (cf. Annexe)

sans pondération : $H_s \approx \frac{399}{1{,}4} = 285$ kN

$$M = 0{,}5\, \frac{H_s\, \ell}{8} = 0{,}5\, \frac{285 \times 0{,}48}{8} = 8{,}55 \text{ m kN}$$

$z \approx 0{,}75\, e = 0{,}75 \times 0{,}12 = 0{,}09$ m $\qquad \sigma_s = f_e = 400$ MPa

$$A = \frac{0{,}00855}{0{,}09 \times 400} \,.\, 10^4 = 2{,}38 \text{ cm}^2 < \frac{5{,}73}{2} = 2{,}87$$

$$b = t/3 + e = \frac{0{,}48}{3} + 0{,}12 = 0{,}28 \text{ m}$$

$$d \approx 0{,}9 \times 0{,}12 = 0{,}108 \text{ m}$$

$$V_u = \frac{H_s}{2} = \frac{285}{2} = 143 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{0{,}143}{0{,}28 \times 0{,}108} = 4{,}73 \text{ MPa} \approx 0{,}17\ f_{c28}$$

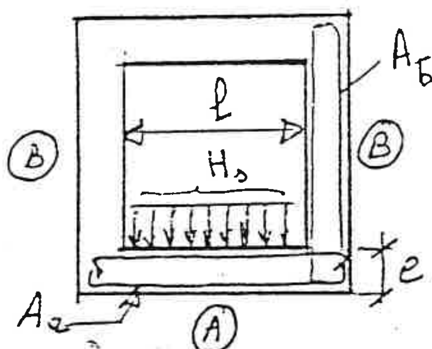
6- Bibliographie

[1] C.E.B. - Bulletin d'Information n° 87 - "Technologie et industrialisation du ferraillage - Dispositions constructives en béton armé" - janvier 1973

[2] C.S.T.C. "Calcul et Exécution de l'assemblage des structures industrialisées : assemblage poutres-colonnes" - Mars 1978 - Bruxelles - Belgique

Annexe :

L'effort H_s n'est pas intégralement transmis par l'intermédiaire de la face A, les essais montrent que les faces B transmettent une partie de la charge par frottement. Par sécurité, reprenons H_s sur A, mais en sollicitation accidentelle :



- Figure 7 -

$$H_s \longrightarrow \frac{H_s}{1{,}4}$$ (1,4 ordre de grandeur du coefficient de sécurité) ;

$$\sigma_s = 1{,}15\ f_{ed}$$

$$M = 0{,}5\ \frac{H_s}{1{,}4} \cdot \frac{\ell}{8} \qquad z \approx 0{,}75\ e$$

$$A_a = \frac{M}{z\ \sigma_s} = \frac{0{,}5\ H_s\ \ell}{1{,}4 \times 8 \times 0{,}75e \times 1{,}15\ f_{ed}} = \frac{H_s\ \ell}{19{,}3\ e\ f_{ed}}$$

Sur la file B : $A_b = \dfrac{H_s}{4\ f_{ed}}$

La vérification des aciers face A devient inutile si :

$$A_b > A_a \longrightarrow \frac{1}{4} > \frac{\ell}{19{,}3\ e} \longrightarrow e \gtrsim \frac{\ell}{5}$$

Cisaillement :

$$V_u \approx \frac{H_s}{2 \times 1{,}4} = \frac{H_s}{2{,}8} \qquad d = 0{,}9\ e \qquad b \approx \frac{t}{3} + e$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b\ d} < 0{,}17\ f_{c28}$$

° °
°